

# CdS を利用した光量変化検出法の研究

(面の汚染の検出について)

白 崎 智 義<sup>\*</sup>・白 神 良 昭<sup>\*\*</sup>・藤 宗 寛 治<sup>\*\*\*</sup>

## A Research for Taking out the Difference of the Light Value with CdS

— Finding out the Dirty Area on the Surface —

Chiyoshi SHIRASAKI Yoshiaki SHIRAGA Hiroharu FUJISO

The conductivity of CdS varies with the variation of the incoming light value to it. In case of the load resistance connected in series with CdS energized by battery, the variation of the light value causes the voltage change across the load resistance.

On scanning the surface with the light beam, it is possible to determine the dirty rate of the surface by measuring the voltage change across the load resistance, because the reflected light from it's dirty part is decreased than another clear part, which makes the voltage across the load resistance decrease.

The amount of the voltage change corresponding to the variation of the light value is directly influenced by the variation in the value of scanning light, and by scanning speed, etc.

The present paper deals with those investigations on the influences of the dirty rate of surface, the value of scanning light, the scanning speed, the value of load resistance, etc., upon the voltage across the load resistance to the variation of the light value receiving on the CdS, and that determines the optimum condition to make the volatage sensibility maximum.

## 1 ま え が き

光導電素子CdSは、光電変換装置として近年多方面に利用されているが、その多くは光電流が入射光の強さに比例するいわゆる静的な特性を応用したものであり、入射光の変化に対する光電流の動的な変化を応用したものは従来あまり発表されていない。

この報告は平面上の汚染の程度を、光の反射または透過によるCdSの光電流の変化として検出する目的で行った実験のうち、入射光の微小変化に対する感度が、特定の条件のもとで最大値をもつことについて記述したものである。

## 2 実 験 装 置

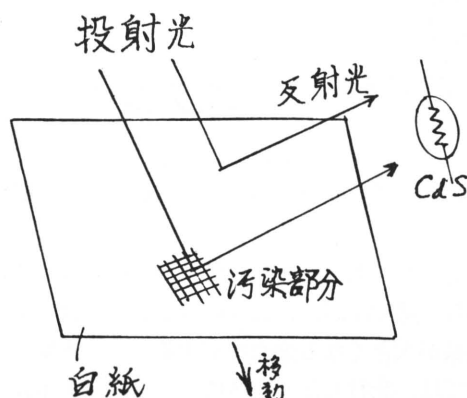
第1図は光、移動する汚染面およびCdSとの関係を示したものである。汚染部分からの反射光は非汚染部分からのものに比して減少する。従って汚染のある面の移動に応じて、CdSの受光量と光電流との関係は第2図に示されるようになる。第3図は実験に用いた装置の概略を示したものである。CdSに入射する光の変化に対する光電流の変化は、負荷抵抗の電圧降下の変化としてパルボルによって測定する。CdSへの入射光をパルス状に変化させるために次の2種の円板を用いた。第4図A円板は表面に模造白紙を貼り、周辺近くに第1図の汚染に相当するように黒色部分を画いたも

\* 県立春江工業高等学校教諭

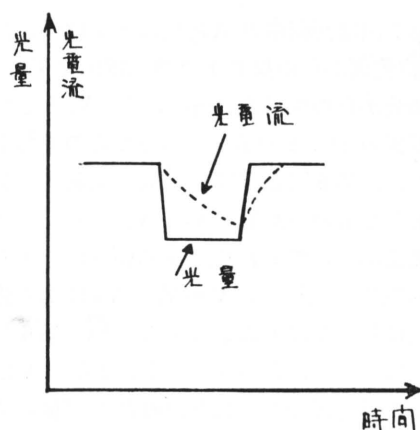
\*\* 助教授

\*\*\* 教授

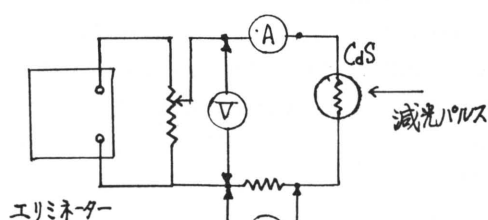
のである。黒色部分はマンセル図表的に（第5図）白黒間を10段階に分かり明度4に相当するものとした。B円板は周辺近くに小孔を設け、これをパラフィン紙で覆いその一部に前記の明度2に相当する黒色部分を作った。白色面上の汚染部分はA円板では反射光，B円板では透過光として、それぞれに相当する光電流として検出される。この場合光源，円板の反射光または透過光，およびCdSの関係位置は適正に選ぶ。円板は同期電動機駆動とし18 r.p.m. とした。



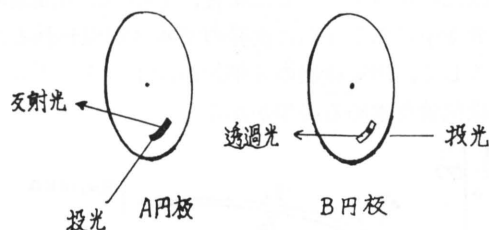
(第1図)



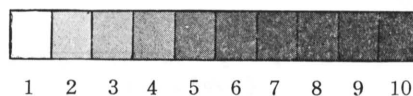
(第2図)



(第3図)



(第4図)



(第5図)

### 3 実験およびその結果

#### 3・1 反射光を利用する場合

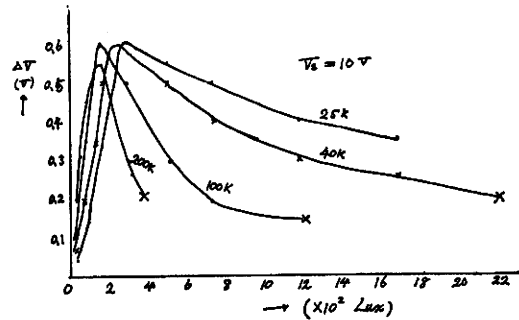
##### 3・1・1 円板が回転している場合

明度4程度の黒色部分をもつA円板を18 r.p.m. で回転させこれに60W白熱電灯光を投射すれば、黒色部分に対して反射光としての減光パルスが得られ、CdSの光電流変化が観測される。第6図は円板への投射光と光電流の変化分の関係を示したものであるが、横軸は円板面の照度(L)，縦軸は光電流の変化分を負荷抵抗の電圧変化分( $\Delta V$ )として表示している。曲線上のX点は電源電圧と負荷抵抗の電圧降下が殆んど一致する点を示す。電源電圧を10[V]，負荷抵抗を25[K $\Omega$ ]~100[K $\Omega$ ]の間で種々変化させた結果から次の事が観察される。すなわち

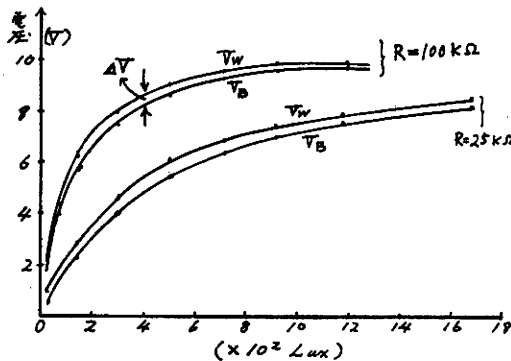
(1) 光電流の変化分は円板への投射光の強さに関係して変化し、ある投射光の強さに対して光電流変化分は最大値を有する。この最大値を与える照度は負荷抵抗の値により異なり、1例を示せば100[KΩ]の場合180[lx]、40[KΩ]の場合280[lx]である。

(2) 200[KΩ]の場合は、たとえば400[lx]で $\Delta V$ が約0.2[V]であるに対し25[KΩ]に負荷抵抗値を下げると $\Delta V$ は約0.6[V]と増加し感度が良いことがわかる。従って、投射光が比較的弱い場合は高い抵抗値、比較的強い光に対しては低い抵抗値の負荷抵抗を用いるような配慮が必要である。

(3) 負荷抵抗が大きい場合は特性曲線の上昇、下降ともに急であるが、抵抗値が小さい場合は共にゆるやかになる。曲線の傾度は $\Delta V/\Delta L$ を示すから、感度は高抵抗負荷の方が良いわけであるが、その場合は、光電流の過渡応答曲線の減衰時定数が大きくなる缺点を有する。もし連続して減光パルスが発生した場合、そのパルス間隔によっては、先行したパルスによる光電流が未だ減衰途中にあるうちに次発のパルスが現われる事も考えられる。パルス間隔が短い程この現象は著るしく、汚染検出の分解能が低下する。従って感度と時定数の適当な妥協点を与えるような負荷抵抗値を求める必要がある。



(第6図)



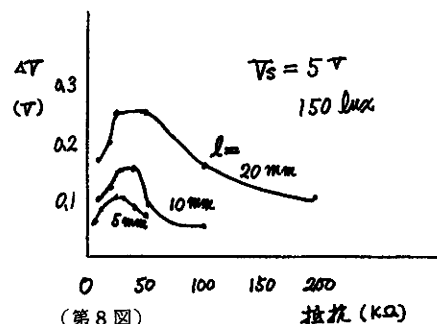
(第7図)

第7図は回転中のA円板に光を投射した場合、白色面からの反射光の検出電圧を $V_w$ 、黒色部分からの反射光の検出電圧を $V_b$ として、円板面の照度との関係を示したものである。なお、第6図と第7図は同一実験資料から作製したものである。 $V_w$ 、 $V_b$ は円板への投射光量によって変わり、ある強さに達すると飽和現象が現われ $\Delta V = V_w - V_b$ はある強さの光に対して最大値を有することは第6図において指摘したとおりである。また $\Delta V$ は円板上の黒色部分の回転方向の長さ（従って減

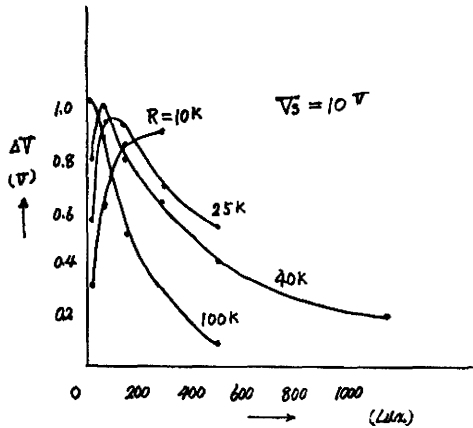
光パルス巾）によっても影響を受ける。黒色部分の巾を一定にして、回転方向の長さ( $l$ )を種々変化させ、 $\Delta V$ を測定した結果を第8図に示す。負荷抵抗と $l$ の間には特種な関係が認められ、それは $\Delta V$ の最高値は $l$ に関係なく約25~30[KΩ]の負荷抵抗で得られることである。

### 3・1・2 円板が静止している場合

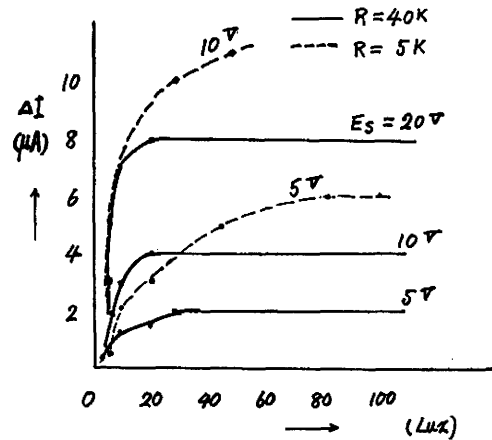
A円板を静止させ、これに前述のように投光して白色部および黒色部からの反射光に対するCdS光電流の差を既述のように負荷抵抗の電圧降下の差 $\Delta V$ として測定し、これと円板面照度との関係として第9図に示す。この結果は第6図と同様の傾向を有するが、 $\Delta V$ の最高値が第6図より低照度側へ移行する点および、同一負荷抵抗値に対して特性曲線の



(第8図)



(第9図)



(第10図)

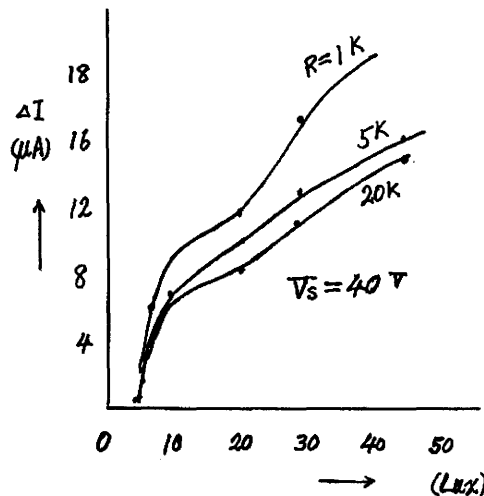
傾度が急峻である等の点が異なる。これ等の点に黒色部分の移動速度の影響が認められる。

### 3・2 透過光の場合

B円板の透光孔を通過する光がCdSに入射する状態に円板を設定し、前記明度2程度の黒色部分を設けた半透明紙で孔を覆い、孔の一部分が黒色、他が半透明となるようにする。この黒色部分と半透明部分の透過光量差に対するCdS出力電流差 $\Delta I$ は円板面照度によってかわる。その様子を第10図に示す。図中 $E_s$ はCdS回路への供給電圧である。曲線は供給電圧 $E_s$ をパラメーターにとり2種の負荷抵抗について示され、照度が上ると $\Delta I$ は飽和を示している。同じく、負荷抵抗をパラメーターとした場合を第11図に示してある。

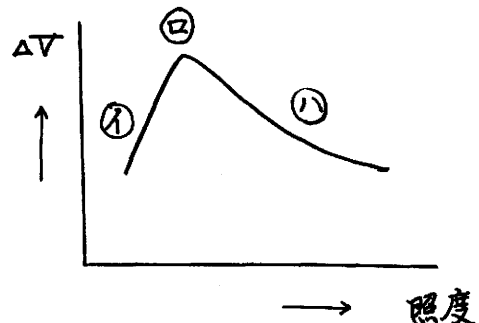
### 3・3 考 察

A円板の反射光をCdSで受光する場合は、円板の回転に応じて黒色部分が現われる度に減光パルスが連続的に発生する。そこで既述の如く減衰時定数に対して検討を加える必要がある。



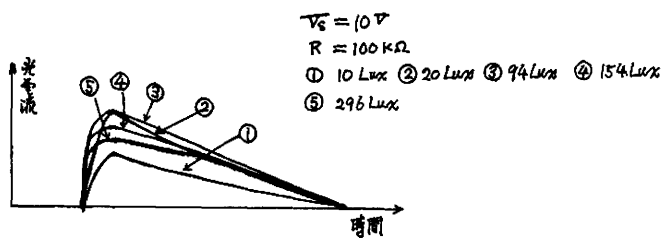
(第11図)

第6図の $\Delta V$ 対照度曲線を一般化すると第12図の如くなる。図中①②③の三点に於ける減衰時定数の値を考察するため、まず第13図、第14図について検討する。第13図に示された曲線群は同一巾の



(第12図)

光パルスに対してその照度をパラメーターとしたときのCdSの応答曲線である(文献1参照)。これによればCdS面照度が②の曲線が減衰時定数がもっとも小さい。CdS面照度は①から順に⑤まで



(第13図)

測定結果であり、第12図は回転円板上の黒色部分からの反射光、すなわち減光パルスを利用した測定結果である。従って両者の間には発光と減光の相違があるが、CdSの光電流の変化機構に関しては同一であると解釈される。この意味に於いて得られた結果をもって第12図について言を加えれば次のとおりである。

CdS回路の光電流は Moss の理論より

$$I = KV^\alpha L^\beta \quad \dots\dots\dots(1)$$

で表わせる。Iは光電流、Kは常数、VはCdSの端子電圧、LはCdSの受光量である。 $\alpha$ は電圧指数でほぼ1に等しく、 $\beta$ は照度指数で、弱い光に対してはほぼ1、強い光に対してはほぼ $\frac{1}{2}$ に等しい。いまCdSの負荷抵抗としてRを接続し、電圧Eを加えるとすれば

$$V = E - IR$$

となるから、これを(1)式に代入して

$$I = K(E - IR)^\alpha L^\beta$$

ここで $\alpha=1$ とみなして

$$I = K(E - IR)L^\beta$$

$$\therefore I = KEL^\beta / [1 + KRL] \quad \dots\dots\dots(2)$$

弱い光の場合には $\beta=1$ と見做して

$$I = KEL / [1 + KRL] \quad \dots\dots\dots(3)$$

強い光の場合には $\beta=\frac{1}{2}$ と見做して

$$I = KEL^{1/2} [1 + KRL^{1/2}] \quad \dots\dots\dots(3)'$$

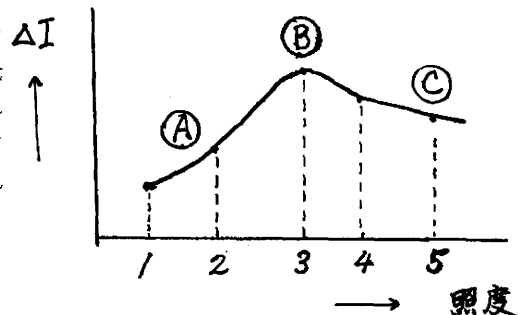
負荷抵抗の電圧降下はIに比例するから、(2)の関係は第7図のような曲線となる。

次に光の強さが $L_w$ から $L_B$ に変わった場合の光電流の変化量( $\Delta I$ )は第6図に示され、 $\Delta I$ が最大になる場合のLの値は第7図における曲線の肩部分にある。これは $\beta$ が1から $\frac{1}{2}$ に移行する付近に相当する。 $L_w$ と $L_B$ の差を $\Delta L$ と書けば、次式が成立する。

$$\Delta L = aL$$

ただしLは円板面照度である。aは反射光量が黒色部分のために減衰される割合を示す。黒色部分の明度が一定の場合、aが円板の受光量に無関係であると考えられるならば、 $\Delta L$ はLに比例する。そして $\Delta I$ はLのある値に於いて最大になることは第7図から明らかである。上述の事柄は電源電圧負荷抵抗を一定として考えているが、これ等が変われば、 $\Delta I$ を最大にするLの値も変わっ

増加させてある。なお各曲線の電流最大値を読みとり、それと照度との関係を示すと第14図になる。この図は第12図と同じ意味をもつものである故、②の部分に対する減衰時定数をもっとも小さく、他の部分はそれよりも大となる。なお第14図は円板チョッパーにより発生させた光パルスを利用したの



(第14図)

て来る。

L一定の場合、 $\Delta I$ と負荷抵抗との間に第15図の関係があって、第6図の曲線の形状とよく似ている。これによれば、光電流の変化分は負荷抵抗の選び方によって変化し、ある抵抗値に対して最大になる。

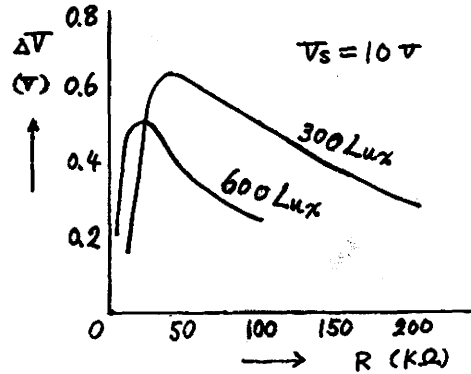
#### 4 ま と め

CdSの光電流は、光パルスに対し特有の応答曲線を示すことは知られているが、本研究は平面上の汚染からの入、反射光を減光パルスとしてCdSに照射し、負荷抵抗の電圧変化分として検出している。汚染部分の検出には反射光と透過光の二通りの場合があるが、平面が透明な場合は透過光を平面が不透明な場合は反射光を利用すればよい。検出出来る黒色部分の明度の範囲は、透過光と反射光の場合で多少の相違が見られる。

$\Delta I / \Delta L$ は回路の電源電圧、負荷抵抗、平面上の照度、黒色部分の移動速度等によって影響を受け、これ等の条件を適当に設定すれば $\Delta I / \Delta L$ の値を大きくする事が出来る。すなわち平面の汚染度は汚染部分からの減光パルスとCdSの光電流の関係から検出される。しかし光源の種類、面の反射、透過、吸収率、増巾装置などについてはなお研究中である。

#### 文 献

- 1) 白崎智義, 白神良昭, 藤宗寛治, 光半導体素子 (CdS) の過渡特性について (第1報) 福井大学工学部研究報告第11巻第1.2号 (昭38)
- 2) 白崎智義, 白神良昭, 藤宗寛治, 光半導体素子 (CdS) の過渡特性について (第2報) 福井大学工学部研究報告第12巻第1.2号 (昭39)
- 3) 酒井善雄, 新しい半導体素子
- 4) 宮地権一, 固体電子工学
- 5) 渡辺寧, 半導体とトランジスター (I)
- 6) 酒井浩史, 酒井善雄, セレンを加えた硫化カドミニウムの光導電特性, 電気学会雑誌 No. 901 Vol 83—10 (昭38)



(第15図)

(昭和39年10月9日受理)